

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-032387

(43)Date of publication of application : 29.01.2004

(51)Int.Cl.

H04R 3/02

H04R 25/00

(21)Application number : 2002-186113

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 26.06.2002

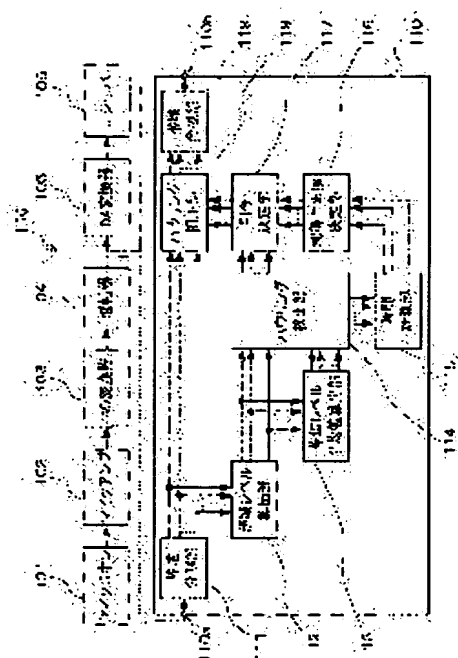
(72)Inventor : TERADA YASUHIRO

(54) HOWLING CONTROL UNIT AND HEARING AID

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a howling control unit capable of stably suppressing howling even when a state liable to cause howling continues and to provide a hearing aid.

SOLUTION: The howling control unit is configured to include: a howling detection section 114 for detecting the occurrence of howling from a received acoustic signal; a time measurement section 115 for measuring a measurement time denoting a time when howling does not consecutively occur; a gain upper limit decision section 116 for deciding a gain upper limit of the acoustic signal on the basis of the length of the measurement time; a gain decision section 117 for deciding the gain of the acoustic signal within a range not exceeding the gain upper limit; and a howling suppression section 118 for suppressing the occurrence of howling by providing the gain to the acoustic signal.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-32387

(P2004-32387A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl.⁷

H04R 3/02

H04R 25/00

F I

H04R 3/02

H04R 25/00

テーマコード(参考)

5D020

J

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-186113 (P2002-186113)
 (22) 出願日 平成14年6月26日(2002. 6. 26)

(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100072604
 弁理士 有我 軍一郎
 (72) 発明者 寺田 泰宏
 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
 号 松下通信工業株式会社内
 Fターム(参考) 5D020 CC05 CC06

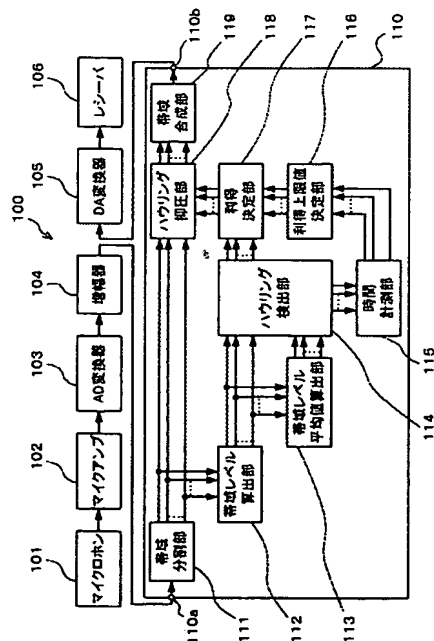
(54) 【発明の名称】ハウリング制御装置及び補聴器

(57) 【要約】

【課題】ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、安定してハウリングを抑圧することができ、ハウリング制御装置及び補聴器を提供すること。

【解決手段】入力された音響信号についてハウリングを検出するハウリング検出部114と、ハウリングが継続して発生していない時間である計測時間を計測する時間計測部115と、計測時間の長短に基づいて音響信号の利得上限値を決定する利得上限値決定部116と、利得上限値を超えない範囲で音響信号の利得を決定する利得決定部117と、音響信号に利得を与えてハウリングを抑圧するハウリング抑圧部118とを備えるよう構成した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力された音響信号についてハウリングを検出するハウリング検出部と、前記音響信号についてハウリングが継続して発生していない時間である計測時間を計測する時間計測部と、前記計測時間の長短に基づいて前記音響信号の利得上限值を決定する利得上限值決定部と、前記利得上限值を超えない範囲で前記音響信号の利得を決定する利得決定部と、前記音響信号に前記利得を与えてハウリングを抑圧するハウリング抑圧部とを備えることを特徴とするハウリング制御装置。

【請求項 2】

前記入力された音響信号を複数の周波数帯域に分割する帯域分割部を備え、前記ハウリング検出部は、前記周波数帯域毎にハウリングを検出するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載のハウリング制御装置。 10

【請求項 3】

前記帯域分割部によって分割された周波数帯域毎の前記音響信号のレベルである複数の帯域レベルを算出する帯域レベル算出部と、前記複数の帯域レベルの平均値である帯域レベル平均値を算出する帯域レベル平均値算出部とを備え、前記ハウリング検出部は、前記帯域レベルと前記帯域レベル平均値との比の大小に基づいてハウリングを検出するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載のハウリング制御装置。

【請求項 4】

前記ハウリング検出部は、前記帯域レベルと前記帯域レベル平均値との比を一定長のフレーム毎に所定の閾値と比較し、前記比が連続して複数のフレームで前記閾値を超えたとき、ハウリングが発生したと判定するようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載のハウリング制御装置。 20

【請求項 5】

前記利得決定部は、前記複数の周波数帯域に分割された音響信号について周波数帯域毎に利得を決定し、前記ハウリング抑圧部は、前記周波数帯域毎に独立にハウリングを抑圧するようにしたことを特徴とする請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載のハウリング制御装置。

【請求項 6】

前記時間計測部は、前記周波数帯域毎に前記計測時間を計測し、前記利得上限值決定部は、前記周波数帯域毎に前記利得上限值を決定するようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載のハウリング制御装置。 30

【請求項 7】

前記周波数帯域毎に独立にハウリングが抑圧された音響信号を合成する帯域合成部を備えることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載のハウリング制御装置。

【請求項 8】

前記ハウリング抑圧部は、前記音響信号に乗じる係数を前記利得に基づいて算出するフィルタ係数算出部と、前記音響信号に前記係数を乗じるパラメトリックイコライザとを有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のハウリング制御装置。

【請求項 9】

収音して音響信号を出力するマイクロホンと、前記音響信号を増幅する増幅器と、前記増幅された音響信号に対してハウリング制御を行う請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載のハウリング制御装置と、前記ハウリング制御装置から出力された音響信号を音に変換するレシーバとを備えることを特徴とする補聴器。 40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、音響結合により発生するハウリングを抑圧するハウリング制御装置及び補聴器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ハウリング制御装置は、マイクロホンから出力された音響信号が増幅されて音響信号のレベルが上昇して所定の閾値を越えたとき、ハウリングが発生したと判定してスピーカ等の発音体に出力する音響信号のレベルを下げることにより、ハウリングを抑圧するようになっていた。

【0003】

このような従来のハウリング制御装置として、例えば特開平5-207596号公報に記載されたものがある。この従来のハウリング制御装置は補聴器に適用されたものである。

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、このような従来のハウリング制御装置においては、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合について何ら考慮されておらず、一般に、音響信号のレベルが閾値より小さくなったときにハウリングの抑圧が解除されるので、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合には、ハウリングの発生、抑圧、抑圧解除、発生、抑圧、抑圧解除が繰り返されてしまうという問題があった。例えば、補聴器において、咀嚼等で補聴器が微妙にずれ、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合、利用者の耳障りになるような、ハウリングの発生、抑圧、抑圧解除、発生、抑圧、抑圧解除が繰り返されてしまうという問題があった。

【0005】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、安定してハウリングを抑圧することができるハウリング制御装置、および補聴器を提供するものである。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

本発明のハウリング制御装置は、入力された音響信号についてハウリングを検出するハウリング検出部と、前記音響信号についてハウリングが継続して発生していない時間である計測時間を計測する時間計測部と、前記計測時間の長短に基づいて前記音響信号の利得上限値を決定する利得上限値決定部と、前記利得上限値を超えない範囲で前記音響信号の利得を決定する利得決定部と、前記音響信号に前記利得を与えてハウリングを抑圧するハウリング抑圧部とを備える構成を有している。

【0007】

この構成により、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、ハウリングが発生していない計測時間に基づいて利得上限値が決定されて、利得がハウリングを発生させることのない適当な値に収束していくことになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0008】

本発明のハウリング制御装置は、前記入力された音響信号を複数の周波数帯域に分割する帯域分割部を備え、前記ハウリング検出部が、前記周波数帯域毎にハウリングを検出する構成を有している。

【0009】

この構成により、周波数帯域毎のレベルの高低の分布状態に因らずハウリングを的確に検出できるとともにハウリングの誤検出を抑えることができることになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0010】

本発明のハウリング制御装置は、前記帯域分割部によって分割された周波数帯域毎の前記音響信号のレベルである複数の帯域レベルを算出する帯域レベル算出部と、前記複数の帯域レベルの平均値である帯域レベル平均値を算出する帯域レベル平均値算出部とを備え、前記ハウリング検出部は、前記帯域レベルと前記帯域レベル平均値との比の大小に基づいてハウリングを検出する構成を有している。

【0011】

この構成により、複数の周波数帯域にわたる全体的なレベルの上昇に因らずハウリングを的確に検出することができるとともにハウリングの誤検出を抑えることができることになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0012】

本発明のハウリング制御装置は、前記ハウリング検出部が、前記帯域レベルと前記帯域レベル平均値との比を一定長のフレーム毎に所定の閾値と比較し、前記比が連続して複数のフレームで前記閾値を超えたとき、ハウリングが発生したと判定する構成を有している。

【0013】

この構成により、過敏な利得の変動が抑えられることとなり、さらに安定してハウリングを抑圧することができる。

10

【0014】

本発明のハウリング制御装置は、前記利得決定部が、前記複数の周波数帯域に分割された音響信号について周波数帯域毎に利得を決定し、前記ハウリング抑圧部が、前記周波数帯域毎に独立にハウリングを抑圧する構成を有している。

【0015】

この構成により、周波数帯域毎に独立にハウリングが抑圧され、聞き取り易い音を利用者に提供することができる。

【0016】

本発明のハウリング制御装置は、前記時間計測部が、前記周波数帯域毎に前記計測時間を計測し、前記利得上限値決定部が、前記周波数帯域毎に前記利得上限値を決定する構成を有している。

20

【0017】

この構成により、周波数帯域毎のハウリングの発生しやすさに応じて利得が周波数帯域毎にそれぞれ適当な値に収束することになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0018】

本発明のハウリング制御装置は、前記周波数帯域毎に独立にハウリングが抑圧された音響信号を合成する帯域合成部を備える構成を有している。

【0019】

この構成により、帯域毎に独立に抑圧された音響信号が合成されて出力されることとなる。

30

【0020】

本発明のハウリング制御装置は、前記ハウリング抑圧部が、前記音響信号に乗じる係数を前記利得に基づいて算出するフィルタ係数算出部と、前記音響信号に前記係数を乗じるパラメトリックイコライザとを有する構成を有している。

【0021】

この構成により、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、ハウリングが発生していない計測時間に基づいて利得上限値が決定されて、利得がハウリングを発生させることのない適当な値に収束していくことになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

40

【0022】

本発明の補聴器は、収音して音響信号を出力するマイクロホンと、前記音響信号を増幅する増幅器と、前記増幅された音響信号に対してハウリング制御を行う前記ハウリング制御装置と、前記ハウリング制御装置から出力された音響信号を音に変換するレシーバとを備える構成を有している。

【0023】

この構成により、咀嚼等で補聴器が微妙にずれ、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、利用者の耳障りになるような、ハウリングの発生、抑圧、抑圧解除、発生、抑圧、抑圧解除が繰り返されてしまうようなことがなく、安定してハウリングを抑圧することができる。

50

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0025】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置を示す。図1のハウリング制御装置110は、補聴器に適用されたものである。

【0026】

補聴器100は、音を取音するマイクロホン101と、マイクロホン101から出力されたアナログの音響信号を増幅するマイクアンプ102と、マイクアンプ102で増幅された音響信号をアナログからデジタルに変換するAD変換器103と、AD変換器103から出力されたデジタルの音響信号を増幅する増幅器104と、増幅器104で増幅されたデジタルの音響信号についてハウリング制御を行うハウリング制御装置110と、ハウリング制御装置110から出力された音響信号をデジタルからアナログに変換するDA変換器105と、DA変換器105から出力された音響信号を音に変換するレシーバ106とを備える。

【0027】

ハウリング制御装置110は、増幅器104から出力された音響信号が入力される入力端子110aと、入力端子110aに入力された音響信号を複数の周波数帯域に分割する帯域分割部111と、帯域分割部111から出力された周波数帯域毎の音響信号について、周波数帯域毎のレベル（以下「帯域レベル」という）を算出する帯域レベル算出部112と、帯域レベルの平均値（以下「帯域レベル平均値」という）を算出する帯域レベル平均値算出部113と、各帯域レベルと帯域レベル平均値との比（以下「帯域レベル比」という）を予め決められた閾値と比較することによりハウリングが発生しているか否かを周波数帯域毎に検出するハウリング検出部114と、ハウリングが継続して発生していない時間（以下「計測時間」という）を周波数帯域毎に計測する時間計測部115と、計測時間の長短に基づいて音響信号の利得上限値を周波数帯域毎に決定する利得上限値決定部116と、ハウリング検出部114におけるハウリングの検出結果にしたがって、利得上限値を超えない範囲で、音響信号の利得を周波数帯域毎に決定する利得決定部117と、前記利得決定部117によって決定された利得を音響信号に周波数帯域毎に与えてハウリングを抑圧するハウリング抑圧部118と、ハウリング抑圧部118から出力された周波数帯域毎の音響信号を合成する帯域合成部119と、合成された音響信号を出力する出力端子110bとを有する。

【0028】

本実施の形態において、ハウリング抑圧部118は、増幅器104によって増幅された音響信号に「利得」を与えるようになっている。例えば「利得」の値は、1以下にする。なお、「利得」の値は1以上であってもよく、例えば本実施の形態と異なりハウリング抑圧部118において増幅器104の機能を兼ねるように構成した場合には、当然のことながら、「利得」は1以上の値もとる。

【0029】

次に、本実施の形態のハウリング制御装置110の動作について説明する。図2は本実施の形態のハウリング制御装置110におけるハウリング制御処理を示すフローチャートである。

【0030】

図2に示すように、まず、帯域分割部111において、入力端子110aに入力された音響信号を複数の周波数帯域に分割する（S201）。例えば、入力端子110aに入力された音響信号について、フレーム長が10msから100ms程度のフレーム毎にバッファリングし、ポリフェーズフィルタ、高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）、バンドパスフィルタ等の手段により、予め決められた帯域数M（Mは正の整数）に分割された音響信号（以下「帯域分割信号」という）を生成する

。以降の処理は、フレーム単位で、かつ、それぞれの周波数帯域で独立に行なう。周波数帯域を識別する帯域番号を、以下、「 i 」で表す。

【0031】

次に、帯域レベル算出部112において、周波数帯域毎に帯域レベル $L_i(t)$ を算出する(S202)。例えば、帯域分割信号について、各周波数帯域のパワー又は振幅を帯域レベルとして算出する。なお、レベルの微小変動による影響を取り除くため、算出した帯域レベル $L_i(t)$ に対して過去のレベルを用いた平滑化を行なってもよい。

【0032】

次に、帯域レベル平均値算出部113において、帯域レベル平均値 $L_{ave}(t)$ を算出する(S203)。具体的には、周波数帯域毎の M 個の帯域レベル $L_i(t)$ の総和を帯域数 M で割ることにより、帯域レベル平均値 $L_{ave}(t)$ を算出する。

【0033】

次に、ハウリング検出部114において、各帯域レベル $L_i(t)$ と帯域レベル平均値 $L_{ave}(t)$ との比(以下「帯域レベル比」という)を予め決められた閾値と比較することにより、ハウリングが発生しているか否かを周波数帯域毎に検出する(S204)。このようなハウリング検出部114における処理の例を図3に示す。なお、図3に示す処理は周波数帯域毎に実行される。

【0034】

図3において、まず、ハウリングが検出済であるか否かを示すハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ を参照し、ハウリングが検出済であるか否かを確認する(S301)。ハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ は、周波数帯域毎に設けられており、初期状態はオフであって、後述するようにハウリングが検出されたときオンに設定される。ハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ がオフの場合、数1により、帯域レベル $L_i(t)$ と帯域レベル平均値 $L_{ave}(t)$ とに基づいて帯域レベル比 $R_i(t)$ を算出する(S302)。

$$R_i(t) = L_i(t) / L_{ave}(t) \quad \dots (\text{数1})$$

次に、帯域レベル比 $R_i(t)$ と予め決められた閾値 TR とを比較する(S303)。

【0035】

帯域レベル比 $R_i(t)$ と閾値 TR とを比較した結果、帯域レベル比 $R_i(t)$ が閾値 TR より大きい場合、カウンタ値 $dtct_cnt_i$ と予め決められた所定回数 n とを比較する(S304)。カウンタ値 $dtct_cnt_i$ は、周波数帯域毎に設けられており、初期値は「0」であって、後述するように帯域レベル比 $R_i(t)$ が閾値 TR より大きい間、フレーム毎にインクリメントされる。所定回数 n は、所定フレーム連続して帯域レベル比 $R_i(t)$ が閾値 TR を越えたか否かを判定するためのカウンタの閾値である。カウンタ値 $dtct_cnt_i$ と所定回数 n とを比較した結果、カウンタ値 $dtct_cnt_i$ が所定回数 n より大きい場合、現在フレームの帯域レベル平均値 $L_{ave}(t)$ を基準レベル L_{ref_i} として記憶し(S305)、ハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ をオンに設定する(S306)。なお、基準レベル L_{ref_i} は周波数帯域毎に記憶される。カウンタ値 $dtct_cnt_i$ が所定回数 n 以下の場合、カウンタ値 $dtct_cnt_i$ を1つインクリメントする(S311)。

【0036】

また、帯域レベル比 R_i と閾値 TR とを比較(S303)した結果、帯域レベル比 $R_i(t)$ が閾値 TR 以下の場合、カウンタ値 $dtct_cnt_i$ を「0」にリセットする(S321)。

【0037】

次に、時間計測部115において、ハウリングが継続して発生していない時間である計測時間 $how_off_cnt_i$ を周波数帯域毎に計測する(S205)。具体的には、ハウリング検出部114によって設定されたハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ を参照し、ハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ が継続してオフに設定されている期間の時間長を計測時間 $how_off_cnt_i$ として計測する。

【0038】

次に、利得上限値決定部116において、計測時間 $how_off_cnt_i$ の長短に基づいて音響信号の利得上限値 G_{max_i} を周波数帯域毎に決定する (S206)。

【0039】

利得上限値 G_{max_i} の決定は、基本的には、計測時間 $how_off_cnt_i$ が長ければ、ハウリングが発生しにくい状況であると判定して、利得上限値 G_{max_i} を0dBに対応した「1」に近づけるように更新し、計測時間 $how_off_cnt_i$ が短ければ、ハウリングが発生しやすい状況であると判定して、利得上限値 G_{max_i} を例えば-20dBに対応した「0.1」に近づけるように更新することにより、最終的にハウリングが発生しないような適当な値に利得が収束することになる。

10

【0040】

例えば利得上限値 G_{max_i} は、図4に示された各状態 (第1の状態401、第2の状態402および第3の状態403) に対応して決定される。

【0041】

図4において、初期の状態である第1の状態401においては、数2にしたがって利得上限値 G_{max_i} を決定する。

$$G_{max_i} = G_{max_i} \times G_{maxup} \quad \dots (\text{数2})$$

ここで、 G_{maxup} は利得上限値 G_{max_i} を上げるときの更新量であり、 $G_{maxup} > 1$ の値をとる。例えば更新量 G_{maxup} は、0.5dBに対応する「1.06」にする。また、 G_{max_i} の上限値は「1」とする。

20

【0042】

また、第1の状態401において、計測時間 $how_off_cnt_i$ が、予め決められた第1の時間以上のときは第1の状態401を維持し (411)、第1の時間未満になったときは第2の状態402に移る (412)。

【0043】

第2の状態402においては、利得上限値 G_{max_i} の値を維持し、更新は行なわない。

【0044】

また、第2の状態402において、計測時間 $how_off_cnt_i$ が第1の時間以上になったときは第1の状態401に戻り (413)、計測時間 $how_off_cnt_i$ が第1の時間より小さな予め決められた第2の時間未満になったときは第3の状態403に移り (414)、それ以外のときは第2の状態402を維持する (415)。

30

【0045】

第3の状態403においては、数3にしたがって利得上限値 G_{max_i} を決定する。

$$G_{max_i} = G_{max_i} \times G_{maxdn} \quad \dots (\text{数3})$$

ここで、 G_{maxdn} は利得上限値 G_{max_i} を下げるときの更新量であり、 $0 < G_{maxdn} < 1$ の値をとる。例えば更新量 G_{maxdn} は、-0.5dBに対応する「0.94」にする。また、一般に、利得上限値 G_{max_i} を下げ過ぎないように下限値が設けられる。

【0046】

また、第3の状態403において、計測時間 $how_off_cnt_i$ が第2の時間以上になったときは第2の状態402に戻り (416)、それ以外のときは第3の状態403を維持する (417)。

40

【0047】

なお、第1の時間および第2の時間は、フレームを単位とする値を用いる。

【0048】

次に、利得決定部117において、音響信号について周波数帯域毎に利得を決定する (S207)。このような利得決定部117における処理の例を図5に示す。なお、図5に示す処理は周波数帯域毎に実行される。

【0049】

図5において、まず、ハウリング検出フラグ $dtct_flag_i$ を参照し、ハウリング検

50

出部114によってハウリングが検出されたか否かを確認する(S501)。ハウリング検出フラグ $dtct_flg_i$ がオフの場合、数4にしたがって更新される更新後の利得 $G_i(t)$ が利得上限值決定部116によって決定された利得上限值 G_{max_i} 未満になるか否かを判定し(S502)、利得上限值 G_{max_i} 未満であれば数4にしたがって利得 $G_i(t)$ を更新する(S503)。

$$G_i(t) = G_i(t-1) \times G_{up1} \quad \dots (\text{数4})$$

ここで、更新量 G_{up1} は利得 $G_i(t)$ を上げる際の更新量であり、 $G_{up1} > 1$ の値をとる。更新後の利得 $G_i(t)$ は利得上限值 G_{max_i} を越えない範囲で決定される。

【0050】

ハウリング検出フラグ $dtct_flg_i$ がオンの場合、抑圧を解除するために利得 $G_i(t)$ を上げるか又はハウリングを抑圧するために利得 $G_i(t)$ を下げるかを示す利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ を参照する(S511)。利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ は、周波数帯域毎に設けられており、後述するように帯域レベル $L_i(t)$ が大きくなって所定の条件を満たしたときオンに設定される。

【0051】

利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ がオフの場合、ハウリングを抑圧するため、数5にしたがって利得 $G_i(t)$ を更新する(S512)。

$$G_i(t) = G_i(t-1) \times G_{down} \quad \dots (\text{数5})$$

ここで、更新量 G_{down} は利得 $G_i(t)$ を下げる際の更新量であり、 $0 < G_{down} < 1$ の値をとる。また、利得の下限値を設けることにより、必要以上の抑圧を防止する。次に、帯域レベル $L_i(t)$ と基準レベル L_{ref_i} (すなわちハウリング検出時の帯域レベル平均値)との比 $L_i(t)/L_{ref_i}$ を利得制御用の予め決められた閾値 TGC と比較する(S513)。比較の結果、比 $L_i(t)/L_{ref_i}$ が閾値 TGC 未満の場合、ハウリングがおさまっていると判断し、次のフレームにおいて利得 $G_i(t)$ を戻すステップ(S521)が実行されるように、利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ をオンに設定する(S514)。

【0052】

また、利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ がオンの場合、数6にしたがって利得 $G_i(t)$ を更新する(S521)。

$$G_i(t) = G_i(t-1) \times G_{up2} \quad \dots (\text{数6})$$

ここで更新量 G_{up2} は利得を上げる際の更新量であり、 $G_{up2} > 1$ の値をとる。次に、利得 $G_i(t)$ が利得閾値を越えたか否かを判定し(S522)、利得 $G_i(t)$ が利得閾値を越えたとき、ハウリング検出フラグ $dtct_flg_i$ と利得制御フラグ $ctrl_gain_flg_i$ とをオフし、ハウリングの検出を再開する(S523)。ここで、利得閾値は、例えば利得上限值 G_{max_i} から3.0dB低い利得上限值 $G_{max_i} \times 0.7$ とする。

【0053】

次に、ハウリング抑圧部118において、数7にしたがって、帯域分割部111で帯域分割された帯域分割信号 $X_i(t)$ に、利得決定部117で決定された利得 $G_i(t)$ を乗じて、ハウリングが抑圧された音響信号 $Y_i(t)$ を得る(S208)。

$$Y_i(t) = X_i(t) \times G_i(t) \quad \dots (\text{数7})$$

【0054】

次に、帯域合成部119において、周波数帯域毎の音響信号を合成する(S209)。帯域合成部119から出力された音響信号は、出力端子110bを介して、DA変換器105に入力され、ハウリングが抑圧された音がレシーバ106から出力される。

【0055】

以上説明したように、本実施の形態のハウリング制御装置においては、ハウリングを検出するハウリング検出部114と、ハウリングが継続して発生していない時間である計測時間を計測する時間計測部115と、計測時間の長短に基づいて音響信号の利得上限值を決定する利得上限值決定部116と、利得上限値を越えない範囲で音響信号の利得を決定す

10

20

30

40

50

る利得決定部 117 と、音響信号に利得を与えてハウリングを抑圧するハウリング抑圧部 118 とを備えるようにしたことにより、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、ハウリングが発生していない計測時間に基づいて利得上限值が決定されて、利得がハウリングが発生させることのない適当な値に収束していくことになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0056】

また、入力された音響信号を複数の周波数帯域に分割する帯域分割部 111 を備え、ハウリング検出部 114 が、周波数帯域毎にハウリングを検出するようにしたことにより、周波数帯域毎のレベルの高低の分布状態に因らずハウリングを的確に検出することができる 10 とともにハウリングの誤検出を抑えることができることになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0057】

また、複数の周波数帯域に分割された音響信号について周波数帯域毎のレベルである帯域レベルを算出する帯域レベル算出部 112 と、帯域レベルの平均値である帯域レベル平均値を算出する帯域レベル平均値算出部 113 とを備え、ハウリング検出部 114 が、帯域レベルと帯域レベル平均値との比の大小に基づいてハウリングを検出するようにしたことにより、複数の周波数帯域にわたる全体的なレベルの上昇に因らずハウリングを的確に検出することができる 20 とともにハウリングの誤検出を抑えることができることになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0058】

また、利得決定部 117 が、複数の周波数帯域に分割された音響信号について周波数帯域毎に利得を決定し、ハウリング抑圧部 118 が、周波数帯域毎に独立にハウリングを抑圧するようにしたことにより、聞き取り易い音を利用者に提供することができる。 20

【0059】

また、時間計測部 115 が、周波数帯域毎に計測時間を計測し、利得上限值決定部 116 が、周波数帯域毎に利得上限值を決定するようにしたことにより、周波数帯域毎のハウリングの発生しやすさに応じて利得が周波数帯域毎にそれぞれ適当な値に収束することになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0060】

なお、本実施の形態において、周波数帯域毎に、ハウリングを検出し、ハウリングが発生 30 していない時間を計測し、利得上限值を決定し、利得を決定、ハウリングを抑制する例について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、ハウリングが発生する環境や製造コストの要請等に応じて、本発明の趣旨を逸脱しない限り、周波数帯域毎ではなく音響信号の全体のレベルによってハウリングを検出するように構成してもよく、周波数帯域毎ではなくひとつの計測時間として計測するように構成してもよく、周波数帯域毎ではなくひとつの利得上限值を決定するように構成してもよく、周波数帯域毎ではなくひとつの利得を決定するように構成してもよく、周波数帯域毎ではなく一括してハウリングを抑制するように構成してもよく、また、周波数帯域毎に行なうものを適当に組み合わせて構成するようにしてもよい。

【0061】

また、本実施の形態において、マイクロホン 101 から出力されアナログからデジタルに変換された音響信号を増幅した後にハウリングを抑圧する例について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、ハウリング抑圧部が増幅の機能（図 1 の増幅器 104 の機能）を兼ねるように構成してもよい。 40

【0062】

（第 2 の実施の形態）

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態のハウリング制御装置を示す。図 6 のハウリング制御装置 610 は補聴器 600 に適用されたものである。なお、図 6 において、図 1 に示す第 1 の実施の形態における構成要件と同じ構成要件は、同じ符号が付してあり、第 1 の実施の形態において説明したので、詳細な説明を省略する。 50

【0063】

図6において、ハウリング制御装置610は、入力端子610aに入力された音響信号に係数を乗じるパラメトリックイコライザ621と、利得決定部117によって決定された利得に基づいて、パラメトリックイコライザ621によって音響信号に乘じられる係数を算出するフィルタ係数算出部622とを備える。

【0064】

図7に示すパラメトリックイコライザ621は、時間領域の音響信号にフィルタ処理を行なうIIR (Infinite Impulse Response) フィルタと呼ばれる複数のフィルタ701が、周波数帯域数分のM段で直列に接続されたものである。それぞれのフィルタ701は、図8に示すように、複数の遅延器811、812、813、814と、複数の加算器821、822、823と、複数の乗算器831、832、833、834、835とを有する。それぞれの乗算器831、832、833、834、835には、フィルタ係数算出部622で算出されたフィルタ係数がそれぞれ設定される。

【0065】

フィルタ係数算出部622は、周波数帯域毎に、利得決定部117によって決定された利得と、予め決められた周波数帯域幅およびフィルタの特性を決定するQ (Quality factor) の値とに基づいて、パラメトリックイコライザ621を構成するM個のフィルタ701の係数をそれぞれ算出する。

【0066】

次に、本実施の形態のハウリング制御装置の動作について説明する。図9は本実施の形態のハウリング制御装置610におけるハウリング制御処理を示すフローチャートである。

【0067】

図9において、図2のフローチャートに示す第1の実施の形態におけるステップと同じステップは、同じ符号が付してあり、第1の実施の形態において説明したので、詳細な説明を省略する。

【0068】

利得上限値決定部116において、ハウリングが継続して発生していない時間である計測時間に基づいた利得上限値が決定され (S206)、利得決定部117において、利得上限値を超えない範囲で利得が決定された (S207) 後に、フィルタ係数算出部622において、フィルタ係数を算出する (S908)。次に、パラメトリックイコライザ621において、入力端子610aから入力された音響信号にフィルタ係数算出部622で算出されたフィルタ係数を乗じる (S909)。パラメトリックイコライザ621から出力された音響信号は、出力端子610bを介して、DA変換器105に入力され、ハウリング制御された音がレシーバ106から出力される。

【0069】

以上説明したように、本実施の形態のハウリング制御装置は、第1の実施の形態のハウリング制御装置と同様に、ハウリングが発生しやすい状況が継続した場合であっても、ハウリングが発生していない計測時間に基づいて利得上限値が決定されて、利得がハウリングを発生させることのない適当な値に収束していくことになり、したがって、安定してハウリングを抑圧することができる。

【0070】

【発明の効果】

本発明によれば、ハウリングが発生しやすい状態においてハウリングが発生した場合、安定してハウリングを抑圧することができるという優れた効果を有するハウリング制御装置および補聴器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置を示すブロック図

【図2】 本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置におけるハウリング制御処理を示すフローチャート

【図3】 本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置のハウリング検出処理の例を示

すフローチャート

【図4】本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置の利得上限值決定処理の例を説明するための状態遷移図

【図5】本発明の第1の実施の形態のハウリング制御装置の利得決定処理の例を示すフローチャート

【図6】本発明の第2の実施の形態のハウリング制御装置を示すブロック図

【図7】本発明の第2の実施の形態のハウリング制御装置におけるパラメトリックイコライザの例を示す図

【図8】本発明の第2の実施の形態のハウリング制御装置におけるパラメトリックイコライザを構成するフィルタの例を示す図

10

【図9】本発明の第2の実施の形態のハウリング制御装置におけるハウリング制御処理を示すフローチャート

【符号の説明】

100、600 補聴器

101 マイクロホン

102 マイクアンプ

103 AD変換器

104 増幅器

105 DA変換器

106 レシーバ

20

110、610 ハウリング制御装置

111 帯域分割部

112 帯域レベル算出部

113 帯域レベル平均値算出部

114 ハウリング検出部

115 時間計測部

116 利得上限值決定部

117 利得決定部

118 ハウリング抑圧部

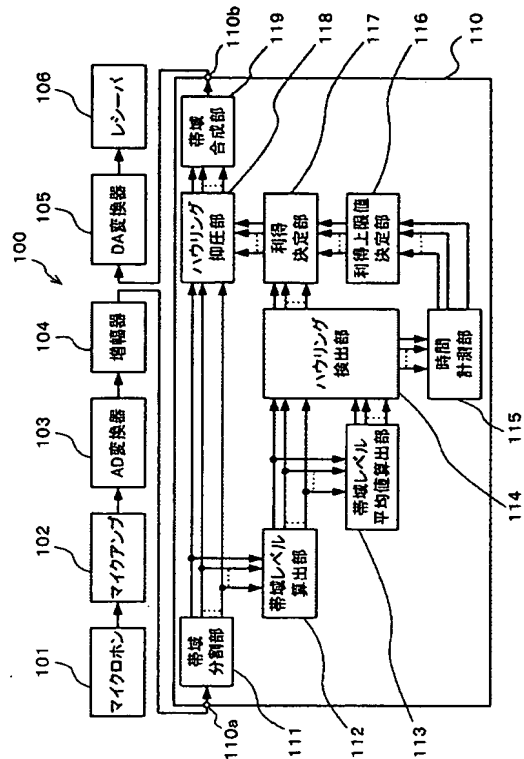
119 帯域合成部

30

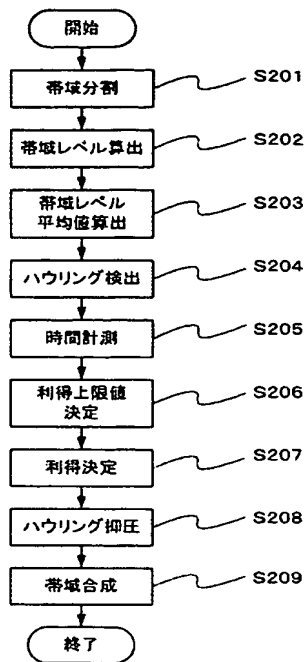
621 パラメトリックイコライザ

622 フィルタ係数算出部

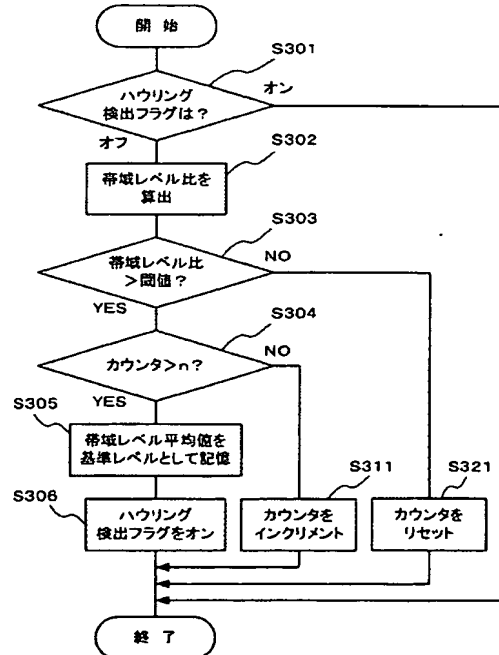
【図 1】



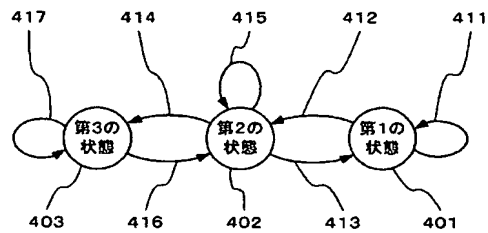
【図 2】



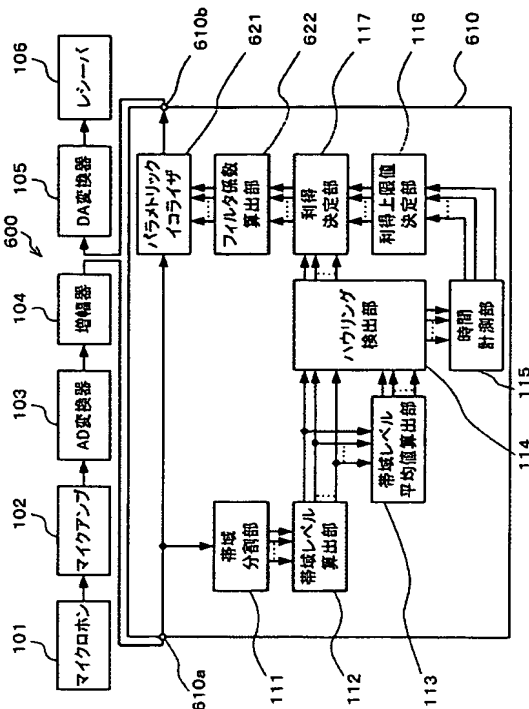
【図 3】



【図 4】



【图 6】



【图9】

